



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0077112  
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 11월 01일  
Date of Application NOV 01, 2003

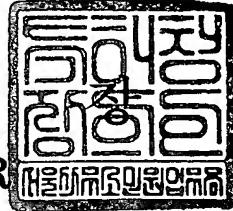
출 원 인 : 정 찰리 외 1명  
Applicant(s) JEONG, CHARLIE, et al.



2004 년 03 월 22 일

특 허 청

COMMISSIONER





919980006221



10111010000000000000



0000071700

방 식 심 사 란	당 당	심 사 관

【서류명】 특허출원서

【권리구분】 특허

【수신처】 특허청장

【제출일자】 2003.11.01

【국제특허분류】 C10M

【발명의 국문명칭】 폐쇄형 거품 제거 시스템을 가지는 자가발열 호기성 소화  
시스템

【발명의 영문명칭】 Autothermal aerobic digestion system having closed  
defoaming system

【출원인】

【성명】 정 찰리

【출원인코드】 6-2003-039035-6

【출원인】

【성명】 공 헨리

【출원인코드】 6-2001-016736-0

【대리인】

【성명】 허진석

【대리인코드】 9-1998-000622-1

【포괄위임등록번호】 2003-073166-1

【포괄위임등록번호】 2001-023451-3

【발명자】

【성명】 정 찰리

【출원인코드】 6-2003-039035-6

【발명자】

【성명】 공 헨리

【출원인코드】 6-2001-016736-0

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사  
를 청구합니다.

대리인

허진석 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 5 면 5,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 3 항 205,000 원

【합계】 239,000 원

【감면사유】 개인(70%감면)

【감면후 수수료】 71,700 원

【첨부서류】 1. 요약서 · 명세서(도면)\_1통

### 【요약서】

#### 【요약】

폐쇄형 거품 제거 시스템을 가지는 자가발열 호기성 소화 시스템에 대해 개시한다. 본 발명의 시스템에서는 일련의 일반 통기용 벤츄리, 거품제거 벤츄리 및 거품 수집기 파이프를 사용하여 약하거나 심한 거품을 완벽하게 제어한다. 본 발명에 따르면, 문제가 되는 거품을 역이용하여 반응기(소화조) 내의 내부 압력을 올리고, 그로 인해 병원성균을 확실히 제거할 뿐 아니라, 간단한 벤츄리를 이용하여 공기 주입, 거품 제거 및 따뜻한 공기의 재순환도 할 수 있다.

#### 【대표도】

도 1

#### 【색인어】

폐쇄형, 거품, 제거, 자가발열, 호기성, 소화, 벤츄리, 수집기, 통기

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

폐쇄형 거품 제거 시스템을 가지는 자가발열 호기성 소화 시스템

{Autothermal aerobic digestion system having closed defoaming system}

### 【도면의 간단한 설명】

- <1> 도 1은 본 발명에 따른 자가발열 호기성 소화 시스템의 단면 구성도;
- <2> 도 2는 본 발명의 실시예에 사용되는 통상의 통기 벤츄리의 단면도; 및
- <3> 도 3은 본 발명의 실시예에 사용되는 심한 거품 처리용 거품제거 벤츄리의 단면도이다.

### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 바이오솔리드 함유 폐수 흐름 및 산업적인 액체의 유기폐기물 등을 자가 발열 호기성 소화에 의해 처리하는 자가발열 호기성 소화 시스템에 관한 것으로, 특히, 폐쇄형 거품 제거 시스템을 가지는 자가발열 호기성 소화 시스템에 관한 것이다.

<5> 선진사회에서 배출되는 폐수의 흐름에는 인체에서 유발된 다양한 바이오솔리드(bio-solid) 화합물들이 포함되어 있다. 바이오솔리드를 함유하는 유체의 흐름을

처리하기 위해 수십년간 다양한 처리 공정이 개발되어 왔는데, 그 이유는 이러한 오수의 흐름이 대부분 인체로부터 나오는 다양한 오염물을 포함하고 있기 때문이다. 이러한 오염물들은 일반적으로 유기화합물들과 인체에 유해한 병원체를 포함하는 다양한 종류의 미생물로 이루어져 있다. 그러나, 바이오솔리드를 함유한 폐수의 흐름을 처리하는 종래의 방법들은, 예기치 못하게 무고한 시민들에게 사고를 일으킬 정도의 과도한 화학제를 사용하더라도, E. 콜리, 살모넬라, 장내 바이러스 및 원생동물 등의 병원성 미생물을 자주 제거하지 못하는 결과를 발생시켰다. 따라서, 소위 자가발열 고온 호기성 소화(Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion; ATAD)와 같이 병원성 미생물을 파괴하는 좀 더 효과적인 방법이 개발되어 폐수 처리뿐만 아니라 심지어는 비료 생산에도 적용되고 있다.

<6> 병원성 미생물의 화학적 및/또는 생물학적 제거라는 면과 더불어 종래의 폐수 처리공정은 폐기, 매장, 또는 식물 영양제 측면에서 토양 첨가제 및 비료로 판매되는 많은 양의 슬러지(sludge)를 만들어내게 된다. 하지만, 폐수 처리설비가 크면 클수록 더 많이 생성되는 슬러지는 취급 및 운반에 문제를 야기시키며, 더욱이 집중적인 관리의 필요성, 처분에 대한 책임을 높여서, 결과적으로는 재정적 부담을 더 크게 만든다. 또한, 이 때문에 전체 처리설비를 구축함에 있어서 더 큰 설비 부지와 건설기간을 요구하여 비용이 극도로 팽창하게 된다. 그럼에도 불구하고, 대도시에서 설비 부지는 점점 더 비싸져서 설비 부지는 가능한 한 작게 필요로 하는 동시에, 바이오솔리드를 포함한 폐수나 산업현장에서의 생체 폐기물을 처리하는 데 소요되는 공정시간은 더욱 적게 걸리게 하는 효율적인 공정 및 방법을 개발하여 대

처하고 있는 형편이다. 그러나, 이러한 방법은 미봉책에 지나지 않는 것이어서, 장마철과 같이 흥수가 나는 시기에는 폐수 처리시설에서 처리되지 못한 폐수가 그대로 방출되어 공중의 건강을 심각하게 위험한 상태에 노출시키는 경우가 많다.

<7> 종래의 폐수 처리공정에서 발생되는 슬러지는 근본적으로 유기물질로 이루어져 있는데, 여기에는 미처리된 폐수에서도 발견될 수 있는 병원성 박테리아와 같은 종의 것이 함유되어 있다. 이러한 마이크로플로라(microflora)에는 콜레라, 장티푸스, 세균성적리(bacillary dysentery) 및 브루셀라병을 일으키는 살모넬라, E. 콜리 및 박테리아가 포함된다. 또한, 이 슬러지에는 인체에 전혀 유해하지 않은 마이크로플로라 그룹과 고온성 미생물 그룹이 포함되어 있다. 이들은 호기성 생물일 수도 있고, 혐기성 생물일 수도 있다. 본 발명의 분야는 이 중에서 고온 호기성 미생물을 사용하는 기술에 관련된 것이다.

<8> 일반적으로 바이오솔리드 또는 유기 폐유체(waste liquid)의 흐름에는 다양한 유기 화합물이 함유되어 있는데, 이는 바이오솔리드 자체에 포함되어 있으며 본 발명의 시스템에서 주요 생물인 호기성 마이크로플로라에 의해 활용되거나 소화될 수 있는 것이다. 매우 다양한 호기성 생물 중에는 50°C에서 75°C에 이르는 높은 온도범위 내에서 잘 사는 박테리아가 있다. 이 생물들은 일반적으로 인체에 전혀 유해하지 않다. 바이오솔리드 물질 내에 있는 다양한 생물 그룹 중에는 중온(mesophilic) 미생물이 있는데, 이들은 인체의 정상 온도 부근인 37°C에서 높은 활성도를 보이므로 병원성 미생물로 불리운다. 따라서, 이들의 중온 미생물을 제거하는 것이 공중의 관심사가 되었으며, 정부 통제기관은 처리된 폐수 뿐만 아니라

그 결과물인 슬러지에 있는 병원성 미생물의 수준 측면에서 통제에 더욱 관심을 갖게 되었다.

<9> 바이오솔리드를 함유한 폐수의 흐름이 강한 호기성 조건 하에서 처리되면, 많은 다른 사람들이 이미 인식한 바와 같이, 산소와의 발열반응에 의해 반응기 내의 온도는 높아지게 된다. 온도가 25°C에서 37°C에 이르는 충온 범위에 다다름에 따라, 병원성 미생물은 죽기 시작하는데, 이것이 종래의 바이오솔리드 폐기물 흐름의 처리방법을 능가하는 자가발열 호기성 소화 시스템의 주요 장점이다. 이와 같은 열을 전기히터와 같은 외부 가열원으로부터 나오게 해서 모든 병원성 미생물을 다 죽도록 만들 수도 있지만, 이러한 방식에 의한다면 에너지 소모가 엄청나기 때문에 경제성이 떨어진다.

<10> 자가발열 호기성 소화 시스템의 또 다른 장점은 고온성 미생물의 수가 증가하고 이들의 세포외 효소(exoenzyme) 활성도가 증가하는 자가발열 과정동안 외부 가열원 없이도 공정 자체가 열을 발생시킨다는 것인데, 이로 인해 결국 폐수 흐름 내의 바이오솔리드 물질의 유기화합물의 많은 양이 종래의 호기성 또는 심지어 협기성 처리공정에 비해 더 빠른 속도로 분해된다. 결과적으로 발생하는 슬러지의 양은 대개 상온에서 진행되는 통상의 공정에서 만들어지는 것보다 훨씬 적다. 고온 협기성 처리 시스템의 반응은 훨씬 느리다. 따라서, 자가발열 호기성 소화 시스템은 바이오솔리드 물질은 빠르고 효과적으로 분해하여 액체상태로 만들기 때문에 훨씬 적은 양의 슬러지를 만들어내며 병원성 미생물도 99% 이상 죽이게 한다는 결론을 낼 수 있다.

<11> 바이오솔리드 함유 폐수 흐름을 처리하는 업계에서 자가발열 호기성 소화 시스템을 도입한 이래로 공정에서의 고온 조건이 거품을 생성시키는 것이 관찰되어 왔다. 소화과정에서 이론 및 현실적으로 두 종류의 거품이 있을 수 있는데 이들은 기계적 거품과 생물학적 거품이다. 기계적 거품은 반응기 내의 통기장치 또는 혼합기의 동작에 의해 야기되는 고점도 폐수 흐름의 기계적 교반에 관련되어 있다. 고온 처리과정의 통기장치의 미세 기포는 발열과정이 우세해지기 전에 분위기 온도에서 점성 액체로부터 기계적 거품을 만들어낸다. 한편, 풍부한 산소의 도움을 받아 반응기에서 고온 박테리아에 의한 발열반응이 우세해짐에 따라 온도는 올라가기 시작하는데, 이 과정 동안에 특정 온도에서 특정 미생물 그룹의 개체수가 증가해서 반응기 내에서 우점종이 된다. 그러나, 온도가 계속해서 올라감에 따라 상기 특정 미생물 그룹은 죽어 없어지고 또 다른 새로운 미생물 그룹이 우세해져서 다시 우점종이 된다. 이러한 현상은, 반응기의 온도가 바이오솔리드에 영양을 주는 박테리아가 소모되어 더 이상 이용할 수 없는 때인 절대적인 온도 한계에 이를 때까지 계속 반복된다. 이어서, 발열반응이 종료되고 이에 따라 온도도 떨어지게 된다.

<12> 상기한 두 종류의 거품 중에서 생물학적 거품은 실제 작동에서 문제를 야기시키기 때문에 폐수처리 업계에 있는 대부분의 연구자들의 관심을 끌고 있다. 특정 온도에서 생존할 수 없어 세포 용해에 의해 생성된 죽은 박테리아의 단백질은 혼합기나 통기장치의 기계적 교반작용의 도움을 받아 생물학적 거품을 만들어낼 수 있다. 따라서, 생물학적 거품은 고온 처리과정의 조건에 의존하여 아무런 조짐을 보이지 않고 언제든지 형성될 수 있다. 거품의 세기 및 양은 폐기물 흐름 내의 바이

오솔리드 원물질의 종류, 그들의 농도, 관련된 고온성 마이크로플로라의 종(species) 및 전체 공정 중의 온도 프로파일 등의 조건에 의존하여 달라진다.

<13> 거품에 의해 생기는 문제점은 다음과 같다.

<14> 1) 처리 공정의 불연속

<15> 2) 바이패스를 통한 바이오솔리드 액체 흐름의 손실

<16> 3) 주변의 오염

<17> 4) 반응기의 기계부품의 예상 수명의 단축

<18> 5) pH, 온도, 산화-환원 값, 통기 수준, 거품에 기인한 모터속도 등의 주요 인자를 제어하는 데 있어서의 어려운 상황

<19> 6) 연속 자동 처리시스템에 악영향으로 작용하는 전체 공정의 자연

<20> 회전 블레이드(blade) 등의 기계적 거품제거 시스템, 자체 바이오솔리드 액체 폐기물 흐름을 사용하는 액체 거품제거기, 또는 수도물이 거품제거를 위해 도입되어 왔다. 이들 종래의 거품 제거장치의 근본적인 원리는 거품방울을 물리적으로 파열시켜 거품에서 액체의 상태로 변환시킨다는 것이다. 이는 적은 양의 심하지 않은 거품에는 다소 효과가 있으나, 많은 양의 강한 거품에는 효과가 별로 없다. 그러므로, 공정 결과가 자주 불만족스러울 뿐 아니라 기계적 거품제거기는 고강도 장비보수, 고 에너지 비용, 잦은 장비 검사를 필요로 한다. 특히, 블레이드 및 모터 등 움직이는 부품의 주기적 교체, 심각한 부식문제에 따른 주기적 세정절차와 같은 고강도 장비보수가 주요 관심사가 되고 있다.

### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<21> 본 발명의 기술적 과제는, 폐수 처리공정 및 비료 생산공정 등에 사용되는 자가발열 호기성 소화과정에 극히 간단하고 효율적으로 사용될 수 있는 거품제거 시스템을 가지는 자가발열 호기성 소화 시스템을 제공하는 것이다.

<22> 본 발명의 또 다른 기술적 과제는, 소화조 밖으로는 거품 방울이 새어나가지 못하도록 한 전 폐쇄형 자가발열 호기성 소화 시스템을 제공하는 것이다.

### 【발명의 구성】

<23> 본 발명은 호열성 소화 공정 동안에 발생하는 약하거나 심한 거품을 둘 또는 셋의 별도의 보통 벤츄리를 이용하여 효과적으로 제어하고, 두 개 이상의 벤츄리를 통기 및 거품제거 장치로 작용하게 함으로써 신선한 공기 및 재순환 공기의 흡입을 제어하는 기술에 관한 것이다. 본 발명은 새로운 통기 및 거품 제거 기능을 제공하는데, 본 발명의 시스템에서는 벤츄리가 내부가 아닌 외부에 위치하기 때문에 시설의 보수관리가 쉬워진다. 본 발명과 같이 전 폐쇄형 시스템은 따뜻한 공기 및 거품을 완벽하게 재순환시키므로 공기 스크러버와 같은 종래의 악취 제거장치를 필요로 하지 않는다. 전 폐쇄형 시스템에 의해 형성되는 내부 압력은, 병원성 미생물을 더 빨리 죽이는 데 있어서, 대기압에 비해 큰 도움을 준다. 본 발명의 시스템은, 비료 생산을 위해 폐수 내의 바이오 솔리드 및 바이오 솔리드 원료 물질을 효율성 있게 빠른 반응시간과 높은 병원성 미생물의 파괴율로 부술 수 있다는 점에서 현존하는 자가발열 호기성 처리 시스템에 도움을 준다. 여기서, 바이오 솔리드 원료 물질에

는, 도시의 폐수, 산업 폐수 뿐만 아니라 동물 거름, 생선 폐기물, 농업 부산물 및 동물·생선 사료 및 비료를 만들기 위한 음식 찌꺼기 등의 유기 폐기물이 포함된다.

<24> 지금까지 벤츄리는 농업용 화학비료를 다루는 것을 포함하는 다양한 응용분야에서 이용되어 왔으며, 응용 목적에 따라 다양한 벤츄리가 개발되어져 왔다. 최근, 다른 유형의 종래의 벤츄리인 제트 에어(jet air)가 호기성 소화 시스템에 더 효율적으로 공기를 집어 넣기 위해 개발되었다. 일반적인 벤츄리가, 새롭게 개발된 통기장치에 비해 쉽게 구입할 수 있고, 제작이 쉽고 저렴하다는 점에서, 유용하다. 더욱이, 벤츄리의 통기능력은 발생할 발열반응에 대해 공기를 충분히 공급한다는 견지에서 만족할만한 결과를 제공한다. 바이오 솔리드를 함유한 폐수의 부피가 크면 클수록, 전체 시스템에 추가되는 벤츄리의 개수를 늘리면 된다.

<25> 대략 1,000~5,000 갤런의 처리용적을 갖는 반응기를 완전히 통기시키고 고온조건의 온도(thermophilic temperature)에 도달하기 위해서는 대략 두 개의 벤츄리가 요구된다. 전 폐쇄형 반응기 시스템 하에서, 하나의 벤츄리를 통기장치로 이용하고, 거품 바이패스관을 통해 거품을 흘려보내기 위한 흡입장치로 다른 하나의 벤츄리를 이용하는 착상은 통기 및 거품제거 목적을 근본적으로 만족하게 된다. 그런데, 전 폐쇄형 시스템은 반응기의 뚜껑이 깨지게 하거나, 전체 시스템에 누출을 일으키기에 충분한 엄청난 양의 내부 압력을 발생시킬 수 있다고 알려져 있다. 따라서, 본 발명의 시스템에 있어서, 내부 압력을 완화시킬 수 있도록 도 2에 도시된 바와 같은 3방향 피팅(fitting)을 거품제거 벤츄리의 공기 흡입구에 설치하였다.

이러한 구성은 상기 내부 압력이 대기압보다 약간 높게 만들어지도록 해준다. 상기 공기 흡입구에 설치된 피팅에 연결된 호스(hose)는 거품 수집기 파이프로 향하며, 결과적으로 나타나는 과잉의 거품방울들과 신선한 공기는 통기 벤츄리 또는 제3 벤츄리로 빨려 들어간다.

<26> 적절하게 설치된 일련의 벤츄리들은 따뜻한 공기가 대기로 나가는 것을 금지하는 반응기를 전체적으로 밀봉하며 약하게 가압할 수 있다. 또한, 100%의 거품이 재순환되며, 거품 수집기 버켓(bucket)을 필요로 하지 않기 때문에 반응기 주변이 혼란스럽게 되지 않는다.

<27> 재순환된 거품은 따뜻한 공기를 품고 있기 때문에, 반응기가 고온이 되게 유지하는 데 도움을 주어서, 결국 처리공정의 성능에 영향을 준다. 그런데, 재순환 공기로는, 고온성 박테리아가 많은 신선한 공기의 흡입이 필요한 발열반응을 일으키기 위한 충분한 공기를 제공하기 어렵다. 한편, 신선한 공기는 소화조의 온도를 떨어뜨려서 작업자로 하여금 진퇴양난의 상황에 이르게 하는 경우도 있다. 따라서, 본 발명의 시스템은 작동 상황에 따라 반응기로 들어오는 재순환 공기 및 신선한 공기의 양을 제어한다. 통기 벤츄리 및 거품 제거 벤츄리의 에어 밸브를 조절하는 것과 같이 일련의 벤츄리를 결부하여 사용하는 것으로써 상기 제어가 가능하다.

<28> 본 발명의 시스템에서 생성되는 내부 압력은 병원성 미생물의 살균율을 높이는 데 도움을 주며, 자가발열 호기성 시스템이 바이오 솔리드를 포함한 폐수에 있는 유기물에 훨씬 빠른 속도로 화학변화를 일으키게 하는 데 도움을 준다. 이는 전체 고온 소화 시스템이 소화공정의 각 사이클을 계획된 것보다 빨리 달성하게 하므

로 시스템을 더 경제적으로 만들어 준다. 또한, 본 발명의 시스템은 소화 공정의 말단에서 최종 슬러지의 양을 줄이게 해주기 때문에 슬러지의 처분에도 도움을 준다. 내부 압력은, 샘플 포트, pH 탐침(probe), 산화환원전위(ORP) 탐침, 소화조의 꼭대기 구석 등의, 고온열이 전달되지 않고 완정한 살균이 이루어지지 않는 영역인, 불처리 영역(dead zone)이 남지 않도록 해준다.

<29> 종래의 자가발열 호기성 소화 시스템의 거품 제거 시스템과 비교하면, 본 발명의 시스템은 그 유지, 보수에 극히 적은 노력이 드는데, 그 이유는, 본 발명의 시스템에서는 모터 및 펌프를 포함하는 통기 벤츄리 및 거품 제거 벤츄리 등의 모든 주요한 기계 부품들이 반응기의 내부가 아닌 외부에 위치하기 때문이다. 대부분의 종래의 자가발열 호기성 소화 시스템에서는, 반응기의 하부에 위치한 통기장치가 오작동하거나, 교체의 필요성이 있거나, 세정 점검을 하여야 할 경우에, 전체 작동을 중지시켜야만 했다. 또한, 담당 작업자가 소화조의 측면 해치나 뚜껑을 열고 내부에 들어가야 하는 경우도 있기 때문에, 작업자를 위험에 노출시킬 가능성도 있었다. 그러나 본 발명의 시스템에서 통기 벤츄리 또는 거품 제거 벤츄리 등의 주요 부품의 오작동이 있는 경우에는, 필요한 밸브를 잠그고 문제가 발생한 부품을 교체하면 되기 때문에 작동정지를 시킬 필요가 없다. 또한, 벤츄리는 다른 타입의 통기장치보다 훨씬 저렴할 뿐더러 구입이 용이하다.

<30> 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 상세히 설명 한다. 그러나, 본 실시예의 개시는 다양한 형태로 실시될 수 있는 본 발명의 일례

에 지나지 않는다. 따라서, 여기에 개시된 특정 구조 및 기능에 대한 설명은 한정적인 것으로 해석되어서는 안되며 청구범위에 대한 기초 및 당업자를 가르치는 전형적인 기초로 해석되어야 한다. 따라서, 본 발명에서 청구되고 설명된 발명의 정신, 속성 및 범위를 이탈하지 않은 채 본 발명에 상당한 변형이 가능할 수 있다는 것은 당업자에게 자명할 것이다.

<31> 따라서, 본 시스템에 의해 처리되는 폐수에는 도시의 폐수 뿐만 아니라, 가정폐수, 산업 폐수, 산업적인 액체의 유기 폐기물(어류를 사육하는 데서 나온 폐수와 음식 폐기물, 동물의 배설물을 포함한 농업폐수가 이에 포함)이 포함된다.

<32> 본 발명자는 심사숙고하여 본 발명의 바람직한 실시예가 자가발열 호기성 소화시스템의 일반적인 개념에 대한 사용 및 특히 종래의 흡입장치 벤츄리의 사용에 관련되게 하였다.

<33> 도 1은 본 발명에 따른 자가발열 호기성 소화 시스템의 단면 구성도로서, 폐수와 액체 유기폐기물의 바이오솔리드에 대한 생물학적 분해 및 이러한 폐수 흐름에 존재하는 병원성 미생물의 멸균을 위한 단열 자가발열 호기성 소화 시스템의 단면을 나타낸 것이다. 여기서, "자가발열 호기성 소화 시스템"이란 "자가발열 호기성 소화를 이용한 폐수 처리 시스템"을 말한다. 도 1을 참조하면, 소화조(100)는 액체 폐수의 흐름이 편평한 모양의 바닥을 가질 때 보다 더욱 잘 혼합될 수 있도록 원뿔(cone)모양의 바닥(1)을 가진다. 편평한 바닥을 가지는 소화조는, 90도 각도로 꺾이는 곳에 별도로 더 많은 통기력이 가능하지 않는다면, 바이오솔리드를 포함한 폐수에 대한 혼합 작용이 그 부분에서 방해받기 때문에, 결국 에너지를 낭비하고

공정 효율성을 잃어버리고 만다. 따라서, 둑근 모양의 바닥은 다른 모양의 바닥보다 혼합수행력이 가장 월등하게 좋다. 더 나은 혼합작용을 위해 소화조(100)의 내부에는, 유출니플(discharging nipple; 11, 12, 23)을 제외하고는, 혼합작용을 방해하는 어떠한 기계부품도 존재하지 않는다. 이러한 구조는 결국 공기의 포화도를 상승시켜 발열반응의 속도를 증가시킨다. 혼합이 제대로 이루어지지 못하면 이로 인하여 액체 안에는 산소의 용해가 부족하게 일어나고 부분적으로는 혐기적인 소화가 유도될 수 있다.

<34> 소화 시스템의 동작을 그 구조와 더불어 이하에 설명한다. 모터(15)에 의해 작동되는 펌프(16)는 흡입밸브(4)를 통해 소화조(100)로부터 바이오솔리드를 함유한 액체를 빨아들인 후, 이를 다시 유출니플(11, 12, 23)을 통해 소화조(100)로 돌려보낸다. 이 유출니플(11, 12, 23)을 통한 유출은 모든 바이오솔리드 물질이 소화조(100) 내에서 완전히 혼합되게 해준다. 전체 소화공정이 종료될 때까지 계속되는 펌프(16)에 의한 이러한 순환과정은 벤츄리(19, 20, 21)의 도움을 받아 공기를 환기시킨다. 한편, 고온성 반응 등의 과정이 계속되는 동안에 대개 거품이 발생하는데, 이 거품은 소화조(100)를 가득 채우며, 내부 압력을 만들어내고 거품 바이패스관(36)을 통해 넘치게 된다. 액체 거품제거기(liquid defoamer)(6)는, 약한 거품은 부술 수 있지만 심한 거품은 더 성장해서 넘치게 된다. 이어서, 넘친 거품은 거품제거 벤츄리(20)를 통해 소화조(100) 안으로 다시 빨려들어오게 되는데, 여기서 과잉의 넘치는 심한 거품은 종종 더 성장하기도 하며, 거품제거 벤츄리(20)에서 생성된 과잉의 넘치는 거품은 소화조(100)의 내압에 의해 거품 수집기 파이프(35)로 밀

어 올려지게 된다. 거품 수집기 파이프(35) 안으로 적하되어 들어가는 파인의 거품은 신선한 공기와 함께 통기 벤츄리(21)를 통해 소화조(100) 쪽으로 재순환되는데, 이는 궁극적으로 파인의 거품을 부수고 공기를 순환시키며, 블레이드 등의 종래의 거품 제거장치를 사용함 없이 또한 바이오솔리드 액체물질을 전혀 잃지 않고 전체 재순환 과정이 완결되게 해준다.

<35> 소화조(100)의 벽체로 사용되는 절연체(2)는 밸포체로서 소화조(100)의 크기에 따라 다르기는 하지만 2인치 이상의 두께를 가진다. 15,000갤론 이상의 수용량을 가지는 소화조(100)의 경우, 고온을 보존하기 위해 적어도 6인치의 절연체(2)가 필요하다. 뚜껑(30)은 절연될 필요가 있으며, 래치(latch)들을 사용하거나 혹은 그와 유사한 장치를 사용하여 새로운 시스템에 의해 증강된 내부압을 견딜 수 있게 완전히 밀봉시킬 수 있어야 한다. 한편, 다양한 용도를 가지는 모든 부착물들, 예컨대 흡입밸브(4), 유출 밸브들(17, 18, 42), 유출니플(23), 제1 거품 센서(28), 샘플 포트(sample port) 밸브(13) 등은 내부압을 견딜 수 있도록 단단하게 설치되어야만 한다.

<36> 펌프(16)와 연결되어있는 모터(15)는 바이오솔리드를 포함한 폐수액의 혼합 강도에 영향을 미치는 모터 속도를 조절할 수 있는 모터 드라이버(14)에 연결되어 있다. 이 모터 드라이버(14)는 본 시스템의 자동컴퓨터화를 위하여 개인용 컴퓨터에 연결될 수 있다.

<37> 소화조(100)는 바이오솔리드를 함유한 폐수 또는 액체의 유기 폐기물을 액체 수위(3)까지 채우게 된다. 액체 수위(3)는 처리공정의 적절한 작동을 위해

소화조(100)의 전체 수용량의 대략 75% 정도가 되는 것이 바람직하다. 액체 수위는 상황에 따라 수용량의 25%에서 85%의 범위 내에 있도록 할 수 있다. 두 개에서 네 개까지의 유출 니플들(11, 12, 22, 23)을 서로 다른 높이에 설치한다면, 자가 흡기(self-aspiration) 등의 다른 고온 처리시스템에서는 쉽게 달성할 수 없는 액체 수위의 유연한 조절이 가능해진다.

<38> 전체 수용량의 50% 미만만이 채워질 필요가 있을 때에는, 유출 니플(11)을 폐쇄하고 유출 니플(22)을 선택적으로 작동시켜가며 유출 니플들(12, 23)만을 동작시켜도 된다. 소화조(100)가 85%에 이를 정도로 완전히 채워질 필요가 있을 때에는, 바이오솔리드 폐수를 잘 혼합시키기 위해 모든 유출 니플들(11, 12, 22, 23)을 개방시켜 동작하도록 할 수 있다.

<39> 유출 니플들의 위치와 방향은 소화조(100) 안에서 바이오솔리드 폐기물 흐름의 고체구성물 혹은 점도(viscosity)에 따라 혼합의 효율성에 영향을 미치고 소화성능(digestion performance)에 영향을 미치기 때문에, 유출 니플들의 방향은 변경시킬 수 있다. 또한, 이들의 위치와 방향을 정할 때 소용돌이(vortex)를 형성하지 않도록 적절히 정해져야 한다. 낮은 점도 또는 낮은 고체함량일 경우 대체로 소용돌이가 형성되는 것이 관찰되었으며, 그 반대의 경우에도 형성되는 것이 관찰되었다. 따라서, 이러한 두 경우에 대해, 소용돌이의 형성은 줄여야 하는데, 그 이유는 소용돌이가 펌프에 손상을 일으킬 수 있기 때문이다. 작동환경에 따라 유출 니플들의 방향이 수동 또는 자동으로 조절될 수 있다면 바람직하다.

<40> 유출 니플들(11, 12, 22, 23)의 길이가 짧다면 바이오솔리드 폐수의 유출이

분산된 패턴으로 나타나고 그 길이가 길다면 바이오솔리드 폐수의 유출이 직선적이고 강력한 패턴으로 나타나기 때문에 그 길이의 결정은 중요하다. 따라서, 그 길이의 결정은 소화조(100)의 폭과 높이에 따라 적절히 결정되어야만 한다.

<41> 도 1에 도시된 벤츄리들(19, 20, 21)은 모두 펌프(16)에 가까운 소화조(100)의 하부에 위치하고 있으며 통기된 액체를 펌프(16)에 의해 니플들(11, 12, 22, 23)을 통해 소화조(100) 내부로 유출시킨다. 펌프(16)에서 가까운 위치에서의 유속은 펌프(16)에서 먼 위치에서의 유속보다 더 빠르다. 따라서, 더 많은 산소가 액체 내에 분산될 수 있도록, 벤츄리의 위치는 펌프에 이상적으로 근접 배치되어야 한다. 만약 벤츄리가 펌프로부터 멀리 위치하여 적은 펌프 파워가 벤츄리에 전달된다면, 액체에 대한 통기가 열악해진다.

<42> 작동상황에 따라 소화조(100)가 바이오솔리드를 함유한 폐수에 의해 25% 내지 85% 범위로 채워질 경우, 흡입밸브(4)가 먼저 열리고, 이어서 유출 밸브들(17, 18, 42, 43)이 열리게 된다. 이 단계에서, 벤츄리 에어 피팅(air fitting)들은 소화조(100) 내부로 산소 유입량을 조절할 수 있는 작은 밸브들에 의해 폐쇄되는데, 이 과정에 의해 바이오솔리드 액체의 역류가 방지된다. 한편, 바이오 솔리드 액체는 투명 호스(31), 호스(40) 및 거품 바이패스관(36)을 통해 역류되도록 하는 것이 안전한데, 그 이유는 모든 호스와 파이프가 서로 연결되어 전체 시스템이 완전히 폐쇄형이 되게끔 되어 있기 때문이다. 참조번호 19의 벤츄리는 오직 통기를 위한 것을 나타내며, 참조번호 20 및 21의 벤츄리는 거품 제거 및 따뜻한 공기의 재순환을 위한 것을 나타낸다.

<43> 모든 밸브들이 개방되고 벤츄리들이 폐쇄되고 난 바로 다음에는 모터 드라이버(14)에 의해 모터(15)가 작동되는데, 모터 드라이버(14)는 모터(15)의 속도를 조절함으로써 궁극적으로는 펌프 속도를 조절하게 해준다. 모터(15)가 원하는 속도에 이르면, 통기용 벤츄리(19)가 완전히 개방되어 투명 호스(31)를 통해 소화조(100) 내부로 신선한 공기가 흡인되어 들어오는데, 이 투명 호스(31)에는 눈금이 있어서 액체 수위 측정자로서도 이용될 수 있다. 이와 동시에, 벤츄리(20)가 개방되어 소화조(100) 내의 공기가 다시 소화조(100)에 재순환되어 들어온다. 이 과정에서 내부 압력은 점점 커지는데 그 압력이 비록 작더라도 이는 어떤 방법에 의해서도 해소될 필요가 있다.

<44> 도 3에서 작은 피팅(fitting) 밸브(89)가 개방되지 않는다면 시간이 지날수록 내부 압력은 점점 커져서 모든 밸브의 피팅 및 프로브(probe) 등에 균열이 발생하여 전체 시스템에 누출이 생기게 된다. 따라서, 피팅 밸브(89)는 내부 압력의 부담을 줄이기 위해 즉각 개방되어야 한다. 벤츄리(21)는 필요한 경우가 아니면 보통 사용되지 않는 긴급 거품제거 장치이다.

<45> 한편, 통기가 계속됨에 따라 온도는 중온범위(mesophilic range)를 지나 그 위로 더 올라가고 대부분의 경우 거품은 더 성장하게 된다. 거품의 수위는 최초 액체 수위(3)을 지나서 더 올라가게 되고 나중에는 천정에 이르게 된다. 그 중간에 제1 거품 센서(28)에 거품이 닿게 되면 액체 거품제거 장치(6)가 작동을 시작하여 펌프(16)에서 액체 공급 파이프(26)를 거쳐 액체를 살포하게 된다. 이와 동시에 통기용 벤츄리(19)의 피팅 밸브는 통기를 줄이기 위해 폐쇄되는데, 이는 액체 거품

제거장치(6)가 더 효과적으로 거품을 부수는 데 도움을 준다. 그럼에도 불구하고, 이러한 상황에서, 거품제거 벤츄리(20)는 내부 압력의 증가를 방지하기 위해 항상 열려 있어야 한다.

<46> 하지만, 어떤 상황 하에서는, 매우 심한 거품이 성장하게 되는데, 이는 반드시 처리되어야 하며 그렇지 않을 경우 전체 장비의 작동이 방해받을 수 있다. 비록 액한 거품은 액체 거품 제거장치(6) 혹은 소화조(100)의 꼭대기에 위치하여 모터에 의해 움직이는 블레이드 거품 제거장치(미도시)에 의해 제거될 수 있을지라도, 이에 의해 심한 거품을 처리하지 못하게 되면, 심한 거품은 천정에 다다르게 되고, 거품 바이패스관(36)을 통해 흘러가게 된다. 심한 거품이 제2 거품 센서(29)에 닿게 되면 액체 거품 제거장치(6)는 그 동작이 정지되는데, 그 이유는 액체 거품 제거장치(6)에 의한 거품 제거가 한계에 이르렀기 때문이다. 제2 거품 센서(29)에는 거품 바이패스관(36)에 연결되는 통로가 열려 있어서, 거품의 수위가 자신에게 도달할 때 이를 감지할 뿐 아니라 거품 바이패스관(36)으로 흘려 보내게 된다.

<47> 심한 거품은 거품 바이패스관(36)을 통해 흘러 내려가며 도 3에 도시된 거품 제거 벤츄리(20)를 통해 흡인된다. 중간 강도의 거품일 경우, 거품은 즉시 거품제거 벤츄리(20)에 의해 흡인된다. 그러나, 이 거품제거 벤츄리(20)가 모든 거품을 다를 수 없을 경우에는 과잉의 거품이 호스(37)를 통해 뒤쪽으로 범람하여 거품 수집기 파이프(35)로 적하된다. 거품은 통상적으로 거품 수집기 파이프(35)의 표면 위에서 아래로 흘러내리며 통기용 벤츄리(19)에 의해, 또는 필요하다면 과잉의 벤츄리(21)을 통해 흡인된다. 거품 수집기 파이프(35)의 유입구를 통해서 과잉의 거

품이 적하될 뿐 아니라 호스(37)로부터 나오는 거품과 함께 뿜어져 나오는 가스와 혼합된 신선한 공기도 함께 들어갔다가, 소화조(100) 내로 모두 함께 흡인되어 들어간다. 거품 수집기 파이프(35)의 바람직한 크기는 소화조(100)의 전체 용량의 대략 2.5%이다. 최적의 크기는 내부 압력의 부담을 확실히 해제하여 소화조(100) 내부로부터의 바이오솔리드 액체로 거품 수집기 파이프(35)를 채워 궁극적으로는 바닥에 아무 것도 흘리지 않도록 하는 것으로 결정한다. 바닥으로 흘러나오는 경우는 어떤 이유로든지 파워에 고장이 발생하는 때에만 주로 발생한다. 이러한 경우에는, 모터를 다시 동작시키면 거품 수집기 파이프(35) 내의 바이오솔리드 액체 및 파이프들과 호스들 내에 채워진 다른 모든 액체들을 빨아들일 수 있다.

<48> 고온 소화과정이 종료될 때가 되면, 온도가 하강하고 폐수 처리공정의 다음 단계로 펌프이 이루어져야 한다. 소화된 바이오솔리드 액체는 외부 이동 펌프(미도시)에 의해 샘플 포트 밸브(13)를 거쳐 다음 탱크(미도시)로 옮겨질 수 있다. 이와 동시에, 본 발명의 시스템은 자가발열 호기성 소화처리의 연속적 진행을 위하여 새롭게 바이오솔리드를 함유한 폐수 흐름을 받아들이게 된다.

<49> 벤츄리(19)용 제1 밸브(46)를 개방하고, 벤츄리(19)용 제2 밸브(47)를 폐쇄함에 의해 벤츄리(19)는 처리되지 않은 새로운 폐수를 소화조(100)에 이동시킬 수 있다.

<50> 이러한 공정에 의하면, 심한 거품의 100%를 제거할 수 있을 뿐 아니라 신선한 공기와 재순환 공기의 양을 조절할 수 있다. 따라서, 본 시스템은 소화조(100) 내의 온도를 도 2의 통기 피팅 밸브(aeration fitting valve; 73) 및 도 3의 통기

피팅 밸브(83)를 조정함으로써 제어할 수 있는데, 그 이유는 신선한 공기는 온도를 떨어뜨리고, 이미 많은 연구자 그룹들이 확인한 바와 같이, 재순환된 공기는 온도를 유지할 수 있기 때문이다. 일련의 벤츄리 및 거품 수집기 파이프를 사용하는 본 시스템은 완전히 폐쇄된 형태의 자가발열 호기성 소화 시스템을 운용할 수 있게 해주며, 파워에 고장이 나지 않는다면 엔진러짐 없이 전체 작동을 계속 운용할 수 있게 해준다. 또한, 주위에 전혀 악취를 풍기지 않는다.

<51> 이와 같은 본 시스템은, 처리 플랜트의 규모 및 작동 목적에 따라, 수동, 반자동 및 완전 자동으로 운용될 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<52> 본 발명의 시스템에 따르면, 일련의 벤츄리관과 거품 수집 파이프를 사용함에 의해 약한 거품 및 심한 거품도 완벽하게 제어할 수 있다.

<53> 또한, 모든 기계적인 통기 및 거품 제거장치가 소화조의 외부에 위치하여 기계적 고장을 고치는 경우에도 소화조를 배수할 필요가 없으므로 장비 유지, 보수에 대한 부담이 최소화된다.

<54> 그리고, 소화조 내에 설치되는 기계적 부품을 최소화하여 바이오솔리드 물질이 소화조 내에서 완전히 혼합되게 해주므로 처리의 효율이 높아진다.

<55> 더욱이, 완전 폐쇄형 시스템으로 구성되어 있기 때문에 거품이 넘치거나 주변으로 유해 악취가 퍼지지 않아서 공기 스크러버(scrubber)와 같은 종래기술의 장비를 사용하지 않아도 되며, 파워 고장을 제외하고는 작동 중지가 발생하지 않는

다. 따라서, 연속적인 자동 소화공정의 각 사이클의 진행시간을 단축시킬 수 있다.

<56> 한편, 소화조 내에 생성된 내부 압력은 상압에서 사용되는 시스템과 비교할 경우 병원성 미생물의 제거율을 높일 뿐 아니라 폐수 흐름에 포함된 바이오솔리드의 소화율도 높인다.

## 【특허청구범위】

### 【청구항 1】

원뿔형의 바닥면과 상부의 뚜껑을 가지며 절연체로 이루어진 소화조 본체와;  
상기 소화조 본체의 바닥면에 설치되어 처리대상 폐수를 빼내는 흡입밸브와;  
상기 흡입밸브를 통해 나오는 처리대상 폐수를 재순환을 위해 다시 상기 처리조로 돌려보내기 위해 상기 소화조 내부에 분산 설치된 적어도 2개의 유출니플들과;

상기 유출니플들을 통한 처리대상 폐수의 재순환을 위한 동력을 제공하는 펌프와;

상기 폐수의 재순환 과정 중에 공기의 통기 및 거품 제거를 위해 상기 유출니플들과 연결되게 설치되는 통기용 및 거품 제거용 벤츄리들과;

상기 소화조 내의 처리대상 폐수에 형성된 거품을 1차 제거하기 위해 상기 소화조 내의 상부에 설치되는 액체 거품 제거장치 또는 기계적 거품 제거장치와;

상기 소화조 내의 소정 높이에 설치되며, 자신의 위치에 거품이 도달할 경우, 상기 거품 제거장치를 작동시키는 제1 거품 센서와;

상기 소화조 내에 상기 제1 거품 센서보다 높은 위치에 설치되며, 자신의 위치에 거품이 도달할 경우, 상기 거품 제거장치의 작동을 중지시키는 제2 거품 센서와;

상기 제2 거품 센서에 연결되는 통로를 가지며, 상기 제2 거품 센서에 거품이 도달할 때 이를 자신을 통해 흘려 보내며, 상기 거품 제거 벤츄리와도 연결로를

갖는 거품 바이пас관과;

상기 거품제거 벤츄리가 모든 거품을 다를 수 없을 경우, 과잉의 거품이 자신을 통해 범람하게 하는 호스와;

상기 범람용 호스와 연결되며, 거품을 다시 소화조로 보낼 수 있도록 상기 통기용 벤츄리와 연결되는 거품 수집기 파이프;  
를 구비하는, 폐쇄형 거품 제거 시스템을 가지는 자가발열 호기성 소화 시스템.

### 【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 통기용 벤츄리가:

액체 유입구, 공기 흡입구, 공기가 포함된 액체의 배출구 및 통기용 피팅 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가발열 호기성 소화 시스템.

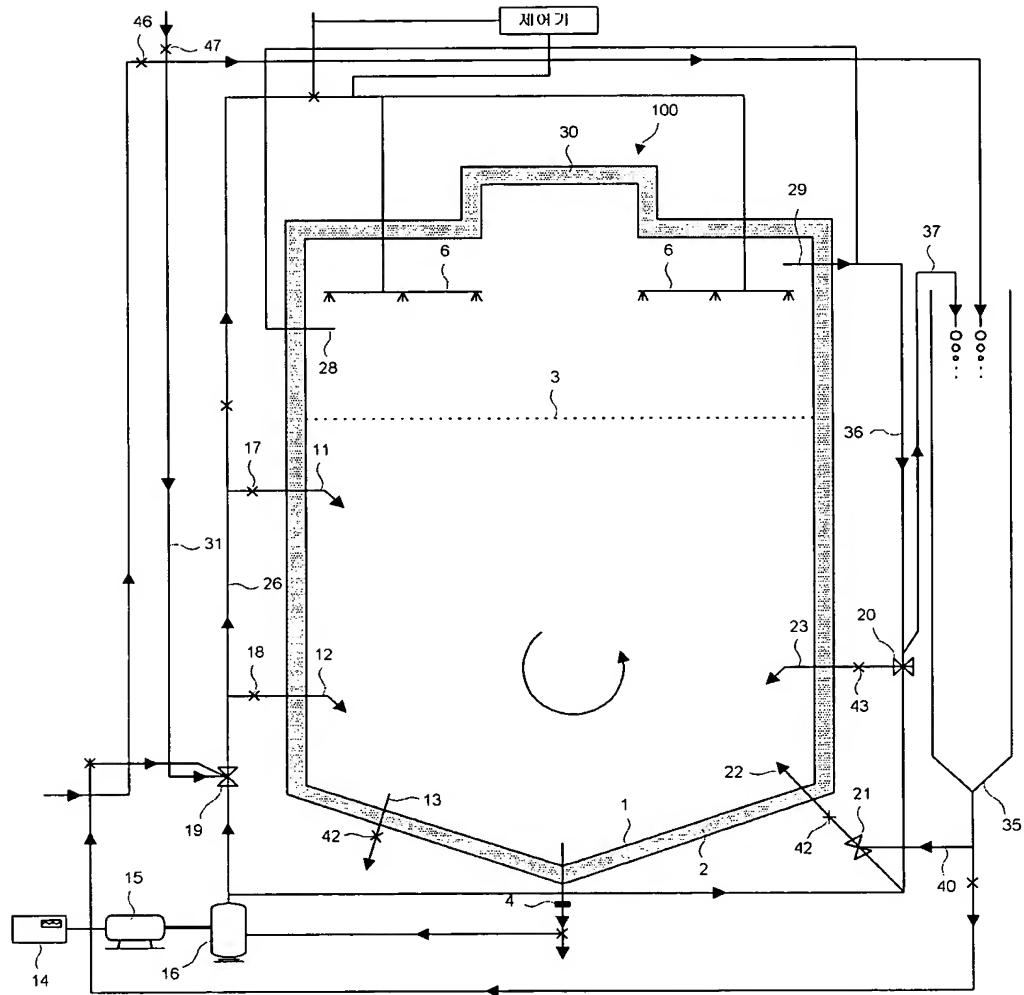
### 【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 거품제거용 벤츄리가:

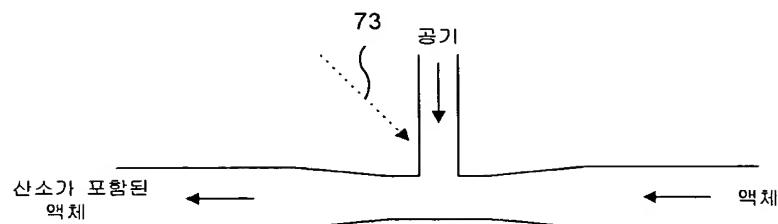
액체 유입구, 공기 흡입구, 공기가 포함된 액체의 배출구, 통기용 피팅 밸브 및 상기 범람용 호스와 연결되는 거품배출구를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가발열 호기성 소화 시스템.

## 【도면】

### 【도 1】



【도 2】



【도 3】

